

**ИГЕМ РАН  
СМУиС ИГЕМ РАН**



# **НОВОЕ В ПОЗНАНИИ ПРОЦЕССОВ РУДООБРАЗОВАНИЯ**

**Сборник материалов  
XIII Российской молодёжной  
научно-практической Школы  
Научное электронное издание**

**25 - 29 ноября 2024 г.  
ИГЕМ РАН, Москва**



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии  
Российской академии наук  
(ИГЕМ РАН)

# **Новое в познании процессов рудобразования**

Тринадцатая Российская молодёжная научно-практическая школа

25 – 29 ноября 2024 г.

Москва-2024

УДК 553+552+548/549+550.4+550.3+502/504+550.93  
ББК 26.3  
Н 74

Новое в познании процессов рудообразования: Тринадцатая Российская молодёжная научно-практическая Школа, Москва, 25 – 29 ноября 2024 г. Сборник материалов [Электронный ресурс] - Электрон. дан. (1 файл: 27,7 Мб) - М.: ИГЕМ РАН, 2024.

В сборнике представлены материалы Тринадцатой Российской молодежной научно-практической Школы «Новое в познании процессов рудообразования». Пленарные лекции и доклады посвящены изучению различных вопросов геологии, минералогии и геохимии рудных месторождений, а также вопросам геоэкологии. Задача Тринадцатой Школы – знакомство студентов, аспирантов и молодых специалистов с новейшими достижениями в изучении процессов рудообразования.

Редакторы: В. А. Петров, Е. Е. Амплиева, Е. В. Ковальчук, Вл. Б. Комаров, М. М. Комарова, С. А. Устинов, А. А. Усачева

Фото на обложке – Е. Е. Амплиева

© Коллектив авторов, 2024  
© ИГЕМ РАН, 2024  
© СМУиС ИГЕМ РАН, 2024

## Оглавление

Организаторы .....	4
Организационный комитет .....	5
Оглавление.....	7
Тезисы докладов пленарных лекций.....	14
Краткая истории открытия радиоактивности	
Печенкин И. Г. ....	15
Тезисы докладов молодых учёных.....	20
Первой Большекошинской практике – 10 лет!	
Баранов Д. В.....	21
Автоматизация процессов обработки и представления результатов геолого-геохимических поисковых работ	
Баранова С. А., Просекин С. Н., Блинов А. В., Терешкин С. А.....	24
Акцессорные минералы глинистых сланцев нижнего ятулия Сегозерской структуры: морфологические особенности и возраст	
Бессмертный К. Н., Суханова М. А., Силаева О. М., Устинова В. В., Степанова А. В., Галанкина О. Л., Кервинен А. В. ....	27
Колумбит-танталит из пегматоидов в амазонитовых гранитах Этыкинского месторождения (Восточное Забайкалье)	
Болтаев М. М., Баданина Е. В, Иванова А. А, Шубина Н. Е.....	29
Проблемы рентабельности добычи изумрудного сырья в России	
Бондаренко М. В., Ермаков Ю. А. ....	31
Особенности состава разных типов руд норильских месторождений	
Бровченко В. Д., Пшеницын И. В., Юдовская М. А. ....	33
Перспективы переработки техногенно-минеральных образований золоторудных месторождений Камчатского края	
Буханова Д. С., Швейгерт П. Е., Грибушин К. А. ....	36
Гидротермальный синтез и КР спектроскопия Ga-Ge аналога пироксена	
Верченко П. А., Сеткова Т. В., Спивак А. В., Захарченко Е. С. ....	39
Проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы россыпей золота в Арктической зоне России и возможные пути их решения	
Владимирцева О. В.....	42
Минеральный состав метасоматически преобразованных пород участка Луч-1 лицензированной площади Алискерово (Чукотский АО)	
Воронов В. В. ....	46

Минеральный состав хромититов массива Северный Крака (Южный Урал)	
Гатауллин Р. А., Шабутдинов Т. Д. ....	50
Легкий изотопный состав кислорода нефрита Воймаканского и Нижне-Олломинского месторождений	
Гончарук И. С., Кислов Е. В., Посохов В. Ф. ....	52
Первые данные о теллуридной минерализации Кошкинского золоторудного поля (о. Шумшу, Курильские острова)	
Грибушин К. А., Жегунов П. С. ....	54
Первые данные о минеральном составе лежалых отходов обогащения Агинской золотоизвлекательной фабрики (Камчатка)	
Грибушин К. А., Швейгерт П. Е., Буханова Д. С., Сергеева А. В. ....	57
Применение сверточных нейронных сетей для создания пространственных прогнозно-поисковых моделей полезных ископаемых на примере полиметаллических объектов юго-восточного Забайкалья	
Гришков Г. А., Устинов С. А., Нафигин И. О., Петров В. А., Минаев В. А. ....	61
Вулкан Пик Креницына (о. Онекотан, Курилы): первые петролого-геохимические данные	
Давыдова В. О., Нуждаев А. А., Кузнецов Р. А., Большаков И. Е., Ермолинский А. Б. ....	66
Фракционирование микроэлементов в минералах высококальциевых пирогенных плавленых пород (на примере паралав формации Хатрурим)	
Девятярова А. С., Карпутин И. С., Рагозин А. И., Сокол Э. В. ....	67
Расплавные включения в фенокристаллах оливинов в дайках высоко-С1 долеритов на Карельском кратоне	
Егорова С. В., Степанова А. В. ....	72
Неоархейский эпизод магматизма Олекминской гранит-зеленокаменной области (Алданский щит)	
Ерофеева К. Г., Самсонов А. В., Ларионова Ю. О., Плюснина О. Е., Рылов Д. А. ....	74
Кварцевые жилы восточного склона хребта Большой Каратау (Южный Казахстан) и связанная с ними благороднометальная рудная минерализация	
Жданова В. С., Козин А. К. ....	76
Самородное золото руч. Еловый (Алдано-Становой щит): минералогия, внутреннее строение, возможные коренные источники	
Журавлев А. И., Округин А. В., Герасимов Б. Б., Лоскутов Е. Е., Иванов А. И., Иванов М. С., Кравченко А. А. ....	79
Анализ геохимических ореолов района Cu-Ni месторождения Кун-Маньё	
Иванов В. В., Игнатов П. А., Красных А. В., Макаров Д. В. ....	83
Трёхмерное геодинамическое моделирование западной части Восточно-Европейской платформы	

Иванов И. И.....	87
Полярит из руд Норильского района	
Иванова Л. А., Каримова О. В., Межуева А. А. ....	91
Архейские железистые кварциты Анабарского щита .....	95
Калинин М. А., Яркова Д. Д., Зубов Д. Е.....	95
Геологическое строение и особенности металлогении Нетпнейвеемского рудно-россыпного района, Западная Чукотка	
Канимбуе Л. С., Ватрушкина Е. В., Лучицкая М. В. ....	98
Особенности петрологии раннемеловых пироксен-амфиболовых сиенит-порфиров Угуйского грабена (Западный Алдан)	
Караваева (Плюснина) О. Е., Самсонов А. В., Сазонова Л. В., Ерофеева К. Г., Рылов Д. А...101	
Новые данные о строении и минералогии щелочных породах дайкового пояса Цаган-Ула (Северная Монголия)	
Карпова М. И., Никифоров А. В., Козловский А. М., Левицкая Л. А.....	104
Последовательность минералообразования в метасоматитах Кунар-Серебрянской площади (Северо-Восточный Таймыр)	
Кисельников Ю. В., Шнейдер А. Г., Проскурнин В. Ф.....	107
Особенности внутреннего строения самородного золота россыпи Сарыбулак, Большой Алтай	
Козин. А. К.....	110
Влияние условий синтеза на особенности строения и морфологию синтетических аналогов группы каолинита	
Королева Т. А., Покидько Б. В., Морозов И. А., Кортункова С. А., Нестеренко А. А.....	114
Гидротермальный синтез и исследование соединения $\text{NaAl}_2(\text{AlGe}_3)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ – германиевого аналога слюды	
Кортункова С. А., Сеткова Т. В., Бубликова Т. М., Захарченко Е. С.....	116
Тектонофизическая интерпретация микроструктур вмещающих пород Туюканского урановорудного узла для реконструкции путей миграции флюидов	
Кочкин И. А., Устинов С. А., Петров В. А. ....	119
Минеральный состав сульфидных руд Данченковского месторождения (о. Уруп)	
Кудаева Ш. С., Плутахина Е. Ю. ....	123
Использование подходов машинного обучения для выделения и классификации естественных трещин на основе данных скважинных микроимиджеров.	
Куприн Д. Ю., Архипов Н. Д., Дубиня Н. В.....	127
Оценка содержания техногенных и естественных гамма излучающих радионуклидов в прибрежных почвах Двинского и Онежского заливов Белого моря	
Лапиков П. И., Яковлев Е.Ю.....	130

Спектры фотолюминесценции прожилковых кальцитов из пород ордовика, вмещающих кимберлиты Накынского поля Якутии	
Лебеядцева В. Я., Игнатов П. А., Ерёмченко Р. У., Попов Е. М. ....	132
Формы выделения пирита рудного поля Пюи де Фоль	
Легенькова А. М. ....	135
Исследование плотности потока радона на территории центральной части города Архангельска	
Лизунова М. А., Яковлев Е. Ю. ....	139
Алмазы трубки Мир: изменение минералогических и оптико-спектроскопических характеристик с глубиной	
Лодыгина В. Ю., Бардухинов Л. Д., Седых Е. М. ....	143
Микротекстуры и структуры в рудах серебро-полиметаллического месторождения Прогноз (Якутия): свидетельства внутрирудного преобразования минеральных агрегатов	
Любимцева Н. Г., Бортников Н. С., Соломин А. Ю., Малых М. Ю., Быков А. А. ....	147
Палеовулканическая структура Корбалихинского вулканогенного колчеданно-полиметаллического месторождения на Рудном Алтае	
Максимэн И. Э. ....	152
Особенности минерального состава золото-серебро-теллуридных руд Телевеевского рудного поля, Чукотка	
Малышева Д. С., Власов Е. А., Николаев Ю. Н., Кузин С. В. ....	153
Возраст и геохимические особенности лейкогранитов Юго-Коневского массива (Южный Урал), продуктивных на вольфрамовое оруденение грейзенового типа	
Мальцева К. П., Рогов Д. А. ....	157
Генезис марганцевых руд Присаянья	
Мамаев И. П. ....	162
Геологические характеристики и факторы формирования Au-Ag месторождения Туанца – Эквадор	
Медина Х. Х. П., Игнатов П. А. ....	165
Питающая провинция базальных горизонтов сумия и ятулия в Шомбозерской структуре (Карельский кратон)	
Межеловская С. В., Межеловский А. Д., Ерофеева К. Г. ....	169
Многоэтапная история Нарынского магматического поля Западного Сангилена (юго-восточная Тува)	
Мороз У. А., Никифоров А. В., Козловский А. М. ....	172
Минералого-геохимические особенности эффузивных пород Nb-REE-месторождения Томтор, участок «Южный» (Арктическая Сибирь)	
Мусяиченко К. А., Айриянц Е. В., Жмодик С. М. ....	175
Оценка радиационного фона на месторождении гипсов в Архангельской области	

Наход В. А., Малов А. И., Дружинин С. В. ....	178
Редкие рудные минералы в колчеданно-полиметаллических месторождениях типа Куроко (на примере месторождения Малеевское)	
Николаева А. Н. ....	183
Распределение водородных центров в кристаллах природных алмазов	
Новочадов С. Л., Титков С. В., Прокофьев В. Ю. ....	185
Галогениды Pb, Tl, Bi в минеральных отложениях фумарольных газов Авачинского вулкана (Камчатка)	
Плутахина Е.Ю., Малик Н.А. ....	188
Предпосылки образования погребенных россыпей золота в металлогенической области Мидлендс Республики Зимбабве	
Попов Е. М., Игнатов П. А., Малютин С. А., Минеев А. Л. ....	192
Перспективы выявления россыпных месторождений золота в северной части Верхояно-Колымской складчатой области	
Прасолов А.М., Владимирцева О.В. ....	195
Геоинформационное решение для оптимизации управления данными геолого-поисковых работ: автоматизация и повышение эффективности	
Просекин С. Н., Блинов А. В., Баранова С. А., Терешкин С. А. ....	199
Петрографическая характеристика кимберлитов диатремовой фации трубки им. В. Гриба (Архангельская алмазоносная провинция, Россия)	
Родионова С. А., Лебедева Н. М., Сазонова Л. В., Каргин А. В. ....	202
Литологический состав и минералого-петрографические особенности отвальных пород участка Северный Белокалитвенского месторождения углей Ростовской области	
Рыбин И. В. ....	206
Генетические и геолого-промышленные особенности Наталкинского золоторудного месторождения	
Рыбин И. В. ....	210
Генетические и геолого-промышленные особенности месторождения Сухой Лог (Иркутская область)	
Рыбин И. В. ....	214
Марганцевые сульфосоли из брекчий Воронцовского месторождения (Северный Урал): новые данные	
Сандалов Ф. Д., Варламов Д. А., Рассомахин М. А., Степанов С. Ю., Белогуб Е. В. ....	217
Особенности золоторудной минерализации в кварцево-жильных месторождениях восточного Казахстана	
Сидорова Е. С., Конопелько Д. Л., Жданова В.С., Степанов С.Ю., Козин А.К., Петров С.В.	221



Вариации $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ в разрезе ятулия Сегозерской структуры, Карельский кратон: к проблеме происхождения изотопно-углеродного события Ломогундий-Ятулий	
Силаева О. М., Самсонов А. В. ....	223
Предварительные данные по геохимическим особенностям тонштейнов Черемховского каменноугольного месторождения (Иркутский угольный бассейн)	
Соктоев Б. Р., Ильенок С. С., Арбузов С. И. ....	227
Лево-Сеймканский гранитоидный массив в Северном-Приохотье: геохимическая характеристика гранитов, химический состав и возраст темноцветных минералов	
Соловов Р. В., Ползуенков Г. О., Альшевский А. В. ....	230
Комплексное дешифрирование данных дистанционного зондирования Земли для Синарской площади (Средний Урал)	
Столяров И. О. ....	233
U-Th-Pb систематика циркона из глиноземистых гнейсов Чупинского пояса Беломорской провинции	
Суханова М. А., Ерофеева К. Г., Адамская Е. В., Степанова А. В., Кервинен А. В. ....	237
Индикаторные признаки примесного состава полихромных турмалинов Малханского месторождения в Центральном Забайкалье для решения проблемы его генезиса	
Тарасова В. А., Баданина Е. В. ....	239
Геохимические особенности железных руд Печегубского месторождения (Кольский полуостров)	
Тынысова Л. М., Шиловский О. П. ....	241
Механизмы дифференциации магм при формировании трахитов вулкана Ван-Тянь Чанбайшаньского ареала (Северо-Восточный Китай)	
Усольцева А. И., Андреева О. А. ....	244
Морфология кластогенного циркона в терригенных породах ятулия Сегозерской структуры на Карельском кратоне, Фенноскандинавский щит: оценка источников сноса и условий седиментации	
Фатеева А. А., Ерофеева К. Г., Силаева О. М., Степанова А. В. ....	246
Прогнозная оценка формирования кислотного дренажа при освоении медно-порфировых объектов Баимской рудной зоны (Северо-Восток России)	
Филатова О. Р., Лубкова Т. Н., Яблонская Д. А. ....	249
Накопление цезия-137 в аллювиальных почвах и донных отложениях ореола чернобыльских выпадений (бассейн реки Плава)	
Халиуллина К. М., Жерненко А.О., Рябов В.М., Иванов М. М., Парамонова Т. А. ....	253
Гематит- карбонатные породы Юбилейного медноколчеданного месторождения (Южный Урал)	
Целуйко А. С. ....	257
Актуализация историко-геологической модели рудообразования Туюканского рудного поля на основе результатов минералогических и изотопно-геохронологических исследований	

Чепчугов А. М., Леденева Н. В., Голубев В. Н., Полбина К. А., Карманов Е. Н, Прозоров В. А. .....	260
Текстурно-структурные особенности руд серебро-полиметаллического месторождения Прогноз (Якутия) Черкасова Е. А., Посадская А. С., Носаль О. О., Румянцева А. А., Любимцева Н. Г., Соломин А. Ю., Малых М. Ю., Быков А. А.....	264
Плагиоклазы магматических комплексов интрузивного массива Верхняя Тхонжа (п-ов Камчатка) Черников Н. В.....	269
Сравнительный анализ составов хромшпинелидов из ультрамафитовых массивов Крака и Сьум-Кеу Шабутдинов Т. Д., Гатауллин Р. А.....	271
Геологическое строение южной части Кунар-Серебрянского золоторудного узла полуострова Челюскин (Красноярский край) Шалимов В. Д.....	274
Фазовые отношения и изоморфизм в минеральном ряду инсизваит – фрудит Шевчукова М. С., Каримова О. В., Еремин Н. Н.....	278
Кварц из палеопротерозойских гнейсогранитов Порьей губы: возможная причина голубой окраски Ширяева П. В., Ерофеева К. Г., Самсонов А. В., Окина О. И., Жиличева О. М.....	280
Девонские базальтоиды Тимано-Печорской магматической провинции Шмакова А. М.....	282
Интерметаллид (Rh,Pt) <sub>2-3</sub> Zn из Борусского ультрамафитового массива (Западный Саян) Юричев А. Н.....	285
Турмалин Ключевского золоторудного месторождения (В. Забайкалье): первые данные Юсупова А. В., Плотинская О. Ю.....	288
Изотопный состав кислорода в разновидностях магнетита месторождения Акташ, Западный Карамазар, Таджикистан Ятимов У. А., Садыков С. А.....	291

## Акцессорные минералы глинистых сланцев нижнего ятулия Сегозерской структуры: морфологические особенности и возраст

Бессмертный К. Н.<sup>1,2</sup>, Суханова М. А.<sup>2,3</sup>, Силаева О. М.<sup>4,5</sup>, Устинова В. В.<sup>1</sup>, Степанова А. В.<sup>1</sup>, Галанкина О. Л.<sup>3</sup>, Кервинен А. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, [kirillbessmertnyy@gmail.com](mailto:kirillbessmertnyy@gmail.com)

<sup>2</sup>СПбГУ, г. Санкт-Петербург

ЗИГД РАН, г. Санкт-Петербург

<sup>4</sup>ГИН РАН, г. Москва

<sup>5</sup>МГУ, г. Москва

Оценка возраста процессов седиментации, диагенетических и метаморфических преобразований раннедокембрийских осадочных комплексов является сложной проблемой из-за длительной истории развития, метаморфических преобразований и неоднократной кристаллизации минералов-геохронометров в породах. Одним из наиболее интересных эпизодов в истории Земли является средний палеопротерозой, время, когда происходили существенные изменения в атмосфере и океанах, фиксируемые по масштабным изотопным экскурсам O, C, S (Hodgskiss et al., 2023; Melezhik et al., 2013). Точные возрастные границы этих экскурсов не определены, а их глобальный характер признается не всеми исследователями. Поэтому актуален поиск минералов-геохронометров, которые позволили бы расшифровать историю формирования докембрийских осадочных комплексов и оценить время их седиментации, диагенетических и метаморфических преобразований. Вулканогенно-осадочные комплексы ятулия (2.3–2.1 млрд лет) широко распространены на территории Фенноскандинавского щита и являются важной частью истории его развития (Соколов и др., 1970). Одним из опорных объектов для изучения ятулия Фенноскандинавского щита является Сегозерская структура, расположенная в восточной части Карельского кратона на границе Водлозерского и Центрально-Карельского террейнов (Слабунов и др., 2006). Она представляет собой синклиналь площадью 900 км<sup>2</sup>, сложенную различными метаосадочными и метавулканическими породами, которые относятся к нижнему и среднему ятулию (Соколов и др., 1970). Основную часть разреза составляют терригенные породы: конгломераты, кварцито-песчаники, алевролиты и аргиллиты. Окатанность зерен, преимущественно средняя, свидетельствует о переносе материала на небольшое расстояние. Наличие косой слоистости и знаков ряби указывает на формирование осадков в условиях мелководного бассейна. Аргиллиты с трещинами усыхания дополнительно подтверждают эту гипотезу. Среди метаосадочных пород нижнего ятулия выделяется пачка глинистых сланцев. Она характеризуется наличием от трех до пяти маломощных прослоев глинистых сланцев – тонкозернистых пород серовато-зеленого цвета. Мощность этих слоев выдержана на протяжении десятков метров и не превышает обычно 15 см. Породы сложены иллитом (80 % и более), обломочная часть (менее 10 % объема) представлена кварцем. Характерно наличие псевдоморфоз лимонита по пириту. Рентгенофазовый анализ показал, что минеральный состав этих толщ представлен кварцем, мусковитом, биотитом, в подчиненном количестве присутствуют пирит. Химический состав глинистых сланцев характеризуется высокими содержаниями Al, Ti, K, а также тяжелых и легких редкоземельных элементов (Nd до 428 г/т, Yb до 19 г/т), Zr (до 335 г/т), Nb (до 28 г/т). Акцессорные минералы глинистых сланцев нижнего ятулия представлены цирконом, монацитом, ксенотимом и минералами группы рутила. Циркон представлен обломочными трещиноватыми зернами с отчетливой осцилляторной зональностью и размером от 50 до 250 мкм, морфологически близким к циркону вмещающих песчаников. Ксенотим формирует ксеноморфные зерна размером до 100 мкм, насыщенные включениями. Монацит представлен редкими кристаллами размерами порядка 30–60 мкм, редко до 140 мкм. Морфологически выделяются две разновидности монацита. Для первого характерны мелкие угловатые зерна размером зачастую около 60 мкм, для второго – ксеноморфные зерна 20–40 мкм. Также был обнаружен монацит со сложным строением: ядро размером 50 на 30 мкм содержит

множество включений, оболочка однородна. Ядро и оболочка контрастно отличаются между собой. Так ядро богато Th, Ce, Si, а оболочка – La. Размер зерен составляет 140 мкм в диаметре. Минералы группы рутила представлены двумя разновидностями. Результаты рамановской спектроскопии показали, минералы группы рутила представлены двумя разновидностями. Анатаз ( $639, 515, 393 \text{ см}^{-1}$ ) формирует угловатые серовато-желтые зерна размером около 120 мкм. Рутил ( $445, 613 \text{ см}^{-1}$ ) – вытянутые окатанные зерна бледно-желтого цвета, размер которых варьирует от 60 до 150 мкм. Были проведены U-Pb ID TIMS геохронологические исследования однородных зерен монацита и ксенотима. Единичные зерна монацита и ксенотима подвергались разложению в HCl, химическое выделение свинца и урана проводилось в соответствии со стандартной методикой Т. Е. Кроу (1973), предварительно к пробам добавлялся изотопный индикатор  $^{202}\text{Pb}+^{235}\text{U}$ . Измерение изотопного состава Pb и U выполнялись на приборе Triton TI в Институте геологии и геохронологии докембрия РАН (ИГГД РАН). Возраст монацита в глинистых сланцах в северо-восточной части Сегозерской структуры составляет  $1855 \pm 14$  млн лет (СКВО = 1.14), возраст ксенотима из глинистых сланцев юго-западной части структуры –  $1751 \pm 5$  млн лет (СКВО = 0.033). Для зерен монацита, имеющих сложное строение (ядро и оболочку) была применена методика химического датирования (CHIME) (Suzuki & Kato, 2008). Измерения были проведены в ИГГД РАН на электронно-зондовом анализаторе JEOL JXA-8230. Значения U-Th-Pb значений возраста ядер, полученных в отдельных точках, в совокупности дают средневзвешенное значение возраста  $2472 \pm 42$  млн лет (СКВО = 1.3), а оболочек –  $1753 \pm 101$  млн лет (СКВО = 0.41). Таким образом, результаты изучения глинистых сланцев нижнего ятулия в Сегозерской структуре показали, что для них характерно высокое содержание рутила, монацита, ксенотима, а также наличие анатаза и циркона. Фация метаморфизма не превышает субзеленосланцевую из-за наличия минерала иллита в цементе, а также аутигенного анатаза. Результаты U-Pb (ID TIMS) и U-Th-Pb (CHIME) геохронологических исследований предполагают, что в формировании глинистых сланцев нижней пачки участвовал источник сноса содержащий монацит с возрастом около 2.5 млрд лет, что фиксируется по ядрам в крупных зернах. Образование однородных оболочек и мелких зерен монацита и ксенотима с возрастом 1860 - 1750 млн лет может быть связано с метаморфической или гидротермальной переработкой пород и маркирует эпизод тектоно-метаморфической переработки ятулийского вулканогенно-осадочного чехла на Карельском кратоне.

*При работе использовалось оборудование Аналитического центра Института геологии КарНЦ РАН, ЦКП АИРИЗ ИГГД РАН и РЦ «Рентгенодифракционные методы исследования» СПбГУ. Исследования проводились при поддержке РФФ, грант № 23–17–00260.*

Слабунов А. И., Лобач-Жученко С. Б., Бибикина Е. В., Балаганский В. В., Сорьонен-Вард П., Володичев О. И., Щипанский А. А., Светов С. А., Чекулаев В. П., Арестова Н. А., Степанов В. С. Архей Балтийского щита: геология, геохронология, геодинамические обстановки // Геотектоника. 2006. В. 6. С. 1–33.

Соколов В. А., Галдобина Л. П., Рылеев А. В., Сацук Ю. И., Светов А. П., Хейсканен К. И., Геология, литология и палеогеография ятулия центральной Карелии / Под ред. В. А. Соколова. Петрозаводск. 1970. 366 с.

Krogh T.E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determinations // Geochim. (“Timing of the terrestrial Permian-Triassic boundary biotic crisis ...”) Cosmochim. Acta. 1973. V. 87. P. 485–494.

Hodgskiss, M. S. W., Crockford, P. W., & Turchyn, A. V. Deconstructing the Lomagundi-Jatuli Carbon Isotope Excursion. // Annual Review of Earth and Planetary Sciences. 2023. 51(1). 301–330.

Melezhik, V. A., Kump, L. R., Fallick, A. E., Strauss, H., Hanski, E. J., Prave, A. R., & Lepland, A. Global events and the Fennoscandian Arctic Russia-drilling early earth project. 2013.

Suzuki, K., & Kato, T. CHIME dating of monazite, xenotime, zircon and polycrase: Protocol, pitfalls and chemical criterion of possibly discordant age data. // Gondwana Research. 2008. 14(4). 569–586.